

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-148914

(P2003-148914A)

(43) 公開日 平成15年5月21日 (2003.5.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	H 2 F 0 6 5
B 2 5 J 13/08		B 2 5 J 13/08	A 3 C 0 0 7
B 6 5 G 57/03		B 6 5 G 57/03	Z 3 F 0 2 9
59/02		59/02	Z 3 F 0 3 0
G 0 1 B 11/02		G 0 1 B 11/02	H 5 B 0 5 7

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-343627(P2001-343627)

(22) 出願日 平成13年11月8日 (2001.11.8)

(71) 出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 渡辺 淳

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 滝澤 克俊

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(74) 代理人 100082304

弁理士 竹本 松司 (外4名)

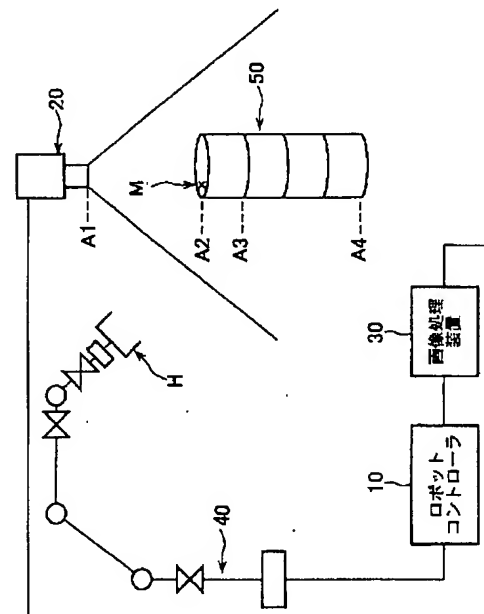
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出装置及び位置検出を利用した取出し装置

(57) 【要約】

【課題】 多段積みされた対象物について高さ／段数情報を2次元画像取得手段で知り、それを利用して対象物の取出しを行う。

【解決手段】 複数個山積み状態のワーク50の供給位置の上方にCCDカメラ20が設置される。画像処理装置30はカメラ20に撮影指令を送り、ワーク(最上段)50の2次元画像を取得し、ワーク50の位置、姿勢及びワーク画像の大きさを求める。このワーク画像の大きさから、予め求めて記憶されている段数／高さの関係表または関係式を用いて、段数／高さが求められる。ワーク種別が複数ある場合、関係表／関係式を種別別に記憶しておき、マークMを読み取って関係表／関係式を選択しても良い。求められた段数／高さは、ロボットコントローラ10へ伝えられ、ロボット40はこのデータを利用して補正された取出し位置へ移動し、ワーク50を山から取り出す。カメラ20をロボット40に搭載しても良い。所定段数以下であること、複数の山が作業対象の場合に最高の高さを求めることなども出来る。



(2) 003-148914 (P2003-ch/牧陽)

【特許請求の範囲】**【請求項1】** 2次元画像取得手段と、

該2次元画像取得手段により取得した対象物の画像から該対象物の該画像上での大きさを求める手段と、
前記2次元画像取得手段における光学要素の光軸上の所定位置から前記対象物までの該光軸方向の距離又は該距離に相当する情報と、前記対象物の画像上での大きさとの間の関係を示す関係情報を予め記憶する手段と、
前記求めた対象物の画像上での大きさと前記記憶された関係情報とに基づいて、前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離又は該距離に相当する情報を求める手段とを備えることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 前記所定位置が、前記2次元画像取得手段の位置であることを特徴とする、請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項3】 前記対象物は、積載面に複数重ねて積上げられた同種類のワークの内の最上段のワークであり、前記2次元画像取得手段は、該最上段のワークの上方から該最上段のワークを見込む位置に配置されることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載の位置検出装置。

【請求項4】 前記所定位置が、前記積載面の位置、又は前記複数重ねて積上げられたワーク内の所定の段にあるワークの位置であることを特徴とする、請求項3に記載の位置検出装置。

【請求項5】 前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報を求める手段が、前記所定位置と前記最上段のワークとの間の距離を求める手段であることを特徴とする、請求項3又は請求項4に記載の位置検出装置。

【請求項6】 前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報を求める手段が、前記最上段のワークの前記所定位置からの積載段数を求める手段であることを特徴とする、請求項3又は4に記載の位置検出装置。

【請求項7】 前記積載段数を求める手段が、予め用意された、前記求めたワークの画像における前記ワークの大きさと前記ワークの積載段数との関係を表わす関係表を利用して求める手段であることを特徴とする、請求項6に記載の位置検出装置。

【請求項8】 前記積載段数を求める手段が、予め用意された、前記求めたワークの画像における前記ワークの大きさと前記ワークの積載段数との関係を表わす関係計算式を利用して求める手段であることを特徴とする、請求項6に記載の位置検出装置。

【請求項9】 前記所定の位置と前記ワーク間の距離、又は該距離に相当する情報を入力する手段を備え、前記2次元画像取得手段により、積載するワークの積載段数を変えて取得した夫々の画像に対して前記情報を入力し、前記関係表または前記関係計算式を求めることを

特徴とする、請求項3乃至請求項8の内、何れか1項に記載の位置検出装置。

【請求項10】 前記2次元画像取得手段は移動機構に取りづけられており、該移動機構によって前記2次元画像取得手段の位置を変えることを特徴とする、請求項1乃至請求項9の内、何れか1項に記載の位置検出装置。

【請求項11】 積載されたワークが2次元画像取得手段の視野に入るように前記移動機構を制御することを特徴とする、請求項10に記載の位置検出装置。

【請求項12】 前記複数重ねて積上げられたワークの山が複数箇所があり、該積上げられたワークの山の内、最も高くワークが積まれた山を検出する手段を備えたことを特徴とする、請求項3乃至請求項11の内、何れか1項に記載の位置検出装置。

【請求項13】 前記複数重ねて積上げられたワークの山が複数箇所があり、前記2次元画像取得手段が取得した画像から、夫々の最上段のワークの高さ又は段数を求め、ワークの数を求める手段を備えたことを特徴とする、請求項3乃至請求項12の内、何れか1項に記載の位置検出装置。

【請求項14】 積載ワークの種類に関する情報を設定する手段を有し、

前記2次元画像取得手段は移動機構に取付けられており、

前記移動機構の周辺に複数種類の積載ワークがあり、前記移動機構を移動させることで、前記複数種類の積載されたワークのうち、少なくとも1種類を前記2次元画像取得手段の視野に捕らえ、積載ワークの種類を切替えてワークの位置検出を行うことを特徴とする、請求項10又は11に記載の位置検出装置。

【請求項15】 前記積載ワークの種類に関する情報の設定を、プログラム、外部信号、又はパラメータで切替えることを特徴とする請求項14に記載の位置検出装置。

【請求項16】 前記積載ワークの種類に関する情報の設定を、前記2次元画像取得手段の視野にあるワークを画像処理するか、またはワークの種類を識別するマークを画像処理することにより認識し、積載ワークの種類に関する前記情報を設定することを特徴とする請求項14に記載の位置検出装置。

【請求項17】 対象物取出し手段と、請求項1乃至請求項16の内、何れか1項に記載の位置検出装置とを備えた取出し装置において、前記求めた所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報に基づき、前記対象物取出し手段による前記対象物の取出し位置を求めることを特徴とする、取出し装置。

【請求項18】 前記2次元画像取得手段により取得した前記対象物の画像から前記対象物の位置、および／又は姿勢に関する情報を求める手段を備え、
該対象物の位置、および／または姿勢に関する情報と、

(3) 003-148914 (P2003-ch14)

前記求めた前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報とを組合せて、前記対象物取出し手段による前記対象物の取出し位置を求めることを特徴とする、請求項17に記載の取出し装置。

【請求項19】 前記求められた対象物の位置に対し、前記求めた前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報により、前記対象物の取出し位置を補正することを特徴とする、請求項18に記載の取出し装置。

【請求項20】 ワークの数量を指定する手段と、前記求められた対象物の数量が該指定された数量以下となったときに、そのことを表示するか、又は外部に信号を発信する手段を備えたことを特徴とする、請求項17乃至請求項19の内、何れか1項に記載の取出し装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、多段積みされたワークの取出し、または、積み上げをロボットを用いて行なう際にワークのハンドリングのために必要な位置検出を行なう位置検出装置及び同装置を用いた位置検出を利用してワーク等を取出す取出し装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、多段に積載されたワークをロボットで取り出す作業においては、ワークの位置（特に高さ位置）や段数が変化する場合が多い。その場合、センサによりワーク位置を認識することが行われている。ここで、ワークの積み上げられている段数やワークの存在する高さが不明な場合、カメラ等の2次元画像入力だけではワークの段数や高さを認識することは困難であると考えられて来た。

【0003】そのため、ワークの段数を検知するに、接触式のセンサを用いてワーク上面の高さを測定する方法や、2個以上のカメラの画像を利用し、いわゆるステレオ視によりワークの高さを検出する方法、あるいは、複数本のスリット状の光をワークに投光して画像を取得するなどの方法が取られていた。

【0004】ところが、接触式センサによる高さ計測では、ワークが水平面内で位置ずれした場合、ワークに正しく接触できないという問題があり、それを回避するには2次元の視覚センサを併用する必要がある。また、ステレオ方式を用いた場合には、複数のカメラを設置する必要があること、高さ検出のために複数画像間での対応付けを含む処理が必要になり、この対応付けが難しいこと等の問題が生じていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決する技術を提供することとする。即ち、本発明は、2次元画像取得手段を利用し、ステレオ視のための構成や処理を要しない簡便な構

成で多段積みされた対象物について位置検出を行える装置を提供し、また、それを利用して対象物の取出しを簡便に行える取出し装置を提供することを企図している。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、2次元画像取得手段で取得される2次元画像中における対象物の大きさの情報を利用して、上記課題を解決する。即ち、この（即ち、対象物画像の大きさの情報から、ワークの存在する高さあるいは段数に関する情報を獲得する。また、その得られた高さ情報、段数情報等を利用して、対象物の取り出しを行う装置を提供する。本発明によれば、2次元画像だけでこれらの情報を獲得することができるので、従来手法に比べて簡便な構成で多段積みされた対象物の高さ情報、積み上げ段数情報などが得られ、また、それを利用した対象物の取出しが可能になる。具体的に、次のような諸発明が含まれる。

【0007】先ず基本的な発明によれば、「2次元画像取得手段と、該2次元画像取得手段により取得した対象物の画像から該対象物の該画像上での大きさを求める手段と、前記2次元画像取得手段における光学要素の光軸上の所定位置から前記対象物までの該光軸方向の距離又は該距離に相当する情報と、前記対象物の画像上での大きさとの間の関係を示す関係情報を予め記憶する手段と、前記求めた対象物の画像上での大きさと前記記憶された関係情報とに基づいて、前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離又は該距離に相当する情報を求める手段とを備えることを特徴とする位置検出装置」、が提供される。

【0008】ここで、前記所定位置は、前記2次元画像取得手段の位置（例えばカメラレンズを代表する位置）であって良い。また、前記対象物は、典型的には、積載面に複数重ねて積上げられた同種類のワークの内の最上段のワークであり、前記2次元画像取得手段は、該最上段のワークの上方から該最上段のワークを見込む位置に配置されて良い。この場合、前記所定位置は、前記積載面の位置、前記複数重ねて積上げられた対象物内の所定の段にある対象物についての位置（検出される位置ではなく、所定段の対象物がある筈の位置）などとなることが出来る。

【0009】更に、前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報を求める手段は、前記所定位置と前記最上段のワークとの間の距離を求める手段、あるいは、前記最上段のワークの前記所定位置からの積載段数を求める手段であって良い。

【0010】ここで、前記積載段数を求める手段は、予め用意された、前記求めたワークの画像における前記ワークの大きさと前記ワークの積載段数との関係を表わす関係表あるいは関係計算式を利用して求める手段となることが出来る。

【0011】なお、上述のいずれの発明においても、前

(4) 003-148914 (P2003-0q14)

記所定の位置と前記ワーク間の距離、又は該距離に相当する情報を入力する手段を具備させることが出来る。そして、前記2次元画像取得手段により、積載するワークの積載段数を変えて取得した夫々の画像に対して前記情報を入力し、前記関係表または前記関係計算式を求めるようにして良い。

【0012】また、前記2次元画像取得手段は移動機構に取りづけられており、該移動機構によって前記2次元画像取得手段の位置を変えるようにしても良い。その場合、前記積載されたワークが前記2次元画像取得手段の視野に入るように前記移動機構を制御することが出来る。

【0013】前記複数重ねて積上げられたワークの山が複数箇所にあっても良い。この場合、該積上げられたワークの山の内、最も高くワークが積まれた山を検出する手段を具備させることが出来る。また、前記2次元画像取得手段が取得した画像から、夫々の最上段のワークの高さ又は段数を求め、ワークの数を求める手段を具備させても良い。

【0014】更にまた、前記移動機構の周辺に複数種類の積載ワークがある場合に、前記2次元画像取得手段を移動機構に取付けるとともに、積載ワークの種類に関する情報を設定する手段を具備させ、前記移動機構を移動させることで、前記複数種類の積載されたワークのうち、少なくとも1種類を前記2次元画像取得手段の視野に捕らえ、積載ワークの種類を切替えてワークの位置検出を行うようにすることも出来る。

【0015】ここで、前記積載ワークの種類に関する情報の設定は、プログラム、外部信号、又はパラメータで切替えることなどを通して行なうことが出来る。あるいはこれに代えて、前記2次元画像取得手段の視野にあるワークを画像処理するか、またはワークの種類を識別するマークを画像処理することにより認識し、それに基づいて前記積載ワークの種類に関する情報の設定を行なっても良い。

【0016】以上の諸形態の位置検出装置のいずれかを対象物取出し手段と組み合わせて、対象物（ワーク）を取出す取出し装置を構成することが出来る。この場合、同取出し装置には、前記位置検出装置によって検出された前記求めた所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報に基づき、前記対象物取出し手段による前記対象物の取出し位置を求める手段が設けられる。

【0017】ここで前記、取出し装置は更に、前記2次元画像取得手段により取得した前記対象物の画像から前記対象物の位置、および／又は姿勢に関する情報を求める手段を備え、該対象物の位置、および／または姿勢に関する情報と、前記求めた前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報とを組合わせて、前記対象物取出し手段による前記対象

物の取出し位置を求めるようにしても良い。この場合、前記求められた対象物の位置に対し、前記求めた前記所定位置から前記対象物までの前記光軸方向の距離、又は該距離に相当する情報により、前記対象物の取出し位置を補正するようにしても良い。

【0018】なお、取出し装置には、ワークの数量を指定する手段と、前記求められた対象物の数量が該指定された数量以下となったときに、そのことを表示するか、又は外部に信号を発信する手段を設けることも出来る。

【0019】以上のように、本発明で提案される装置はいずれの形態においても、2次元画像取得手段により捕らえられ対象物（典型的はワーク；以下、ワークで代表する）の画像から、画像中におけるワークの大きさを求める手段と、画像中でのワークの大きさと、2次元画像取得手段の光軸方向におけるワークの変位、即ち、ワークと2次元画像取得手段間の距離、またはワークの存在する高さ、または、ワークの段数との関係情報を記憶する手段を備える。

【0020】作用の要点は次のようになる。即ち、先ずワークの画像中での大きさを求められる。次に、ワークの画像中での大きさと、画像取得手段の光軸方向におけるワーク変位との関係情報に基づき、前記求めたワークの大きさから、当該ワークと2次元画像取得手段との距離、またはワークの存在する高さ、またはワークの段数のいずれかが求められ、ワーク位置が検出される。検出されたワーク位置は、取出し装置（例えばロボット）の取出し手段（例えばハンドを装着したロボットアーム）の取出位置の決定乃至補正に利用される。取出し装置（例えばロボット）は、取出し手段（例えばハンドを装着したロボットアーム）がその取出位置へ移動するように制御され、ワークの取出しが行われる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一つの実施形態の全体構成図である。ワーク50は、複数個（ここでは4個を例示）が山積み状態、即ち、積層され多段積みされている。ワーク50が置かれる位置は予め定められており、その上方に、2次元画像を撮影するためのCCDカメラ20が設置されている。本実施形態では、CCDカメラ20は固定設置であり、特にCCDカメラ20を移動させる移動機構は用いられていない。

【0022】CCDカメラ20は画像処理装置30とともに2次元視覚センサを構成するもので、画像処理装置30からの指令により、ワーク50の2次元画像を撮影する。画像処理装置30は、カメラ20で撮影した画像からワーク（最上段のアイテム、以下同差）50を検出し、その位置と姿勢（平面内での2次元位置、姿勢）および大きさを求める機能を持つ。また、求めたワークの大きさから、カメラ20と検出されたワーク50間の距離、または、ワークの存在する高さ、または検出されたワークの段数（下から何段目のワークであるかという

(5) 003-148914 (P2003-T14)

こと)を決定する。これらの決定の仕方については後述する。

【0023】画像処理装置30はロボット40を制御するロボットコントローラ10に接続されている。画像処理装置30で求められた諸量(ワーク50の2次元位置、姿勢、及びカメラとの間の距離、ワークの存在する高さ、またはワークの段数の情報等を含む)は、ロボットコントローラ10に伝達される。ロボット40には、ワーク50の内のワーク50をハンドHで把持する動作が予めプログラム教示されている。但し、ワーク50の2次元位置、姿勢及び高さには若干のばらつきがあり得るものとする。

【0024】ロボットコントローラ10は、再生運転により、ロボット40を動作させ、ワーク50の取り出しを実行する。その際の目標動作位置は、画像処理装置30から受け取った上記諸量のデータに基づいて補正される。

【0025】図2はロボットコントローラ10の主要ブロック図で、公知のロボットコントローラと特にかわりはない。即ち、バスライン8に、メインCPU1、メモリ2、教示操作盤用インタフェイス3、サーボ制御部5、外部入出力用インタフェイス6及び通信用インタフェイス7が接続されている。

【0026】メモリには、メインCPU1がシステム全体を統括制御するためのシステムプログラム、ロボット40を動作させるために教示された動作プログラム、その関連教示データ、諸パラメータ等が格納される。

【0027】教示操作盤4が教示操作盤用インタフェイス3に接続され、各種プログラムや諸パラメータの入力、修正の他、ジョグ操作、再生運転の開始、緊急停止等が可能になっている。

【0028】サーボ制御部5は、サーボ制御される軸数nに対応した数のサーボ制御器5a1～5anを備え、各サーボ制御器は対応するサーボアンプ5b1～5bnを介してサーボモータM1～Mnを駆動制御する。外部入出力用インタフェイス6は、外部機器からの信号入力及び外部機器への信号出力のためのインタフェイスで、例えばワーク50の種別を表わす信号をワーク供給部(図示せず)から入力する際やワーク50の段数が所定値(例えば1)になったことをワーク供給部に知らせる際に利用される。なお、ワーク50の段数が所定値(例えば1)になったことは画像処理装置30で検出され、通信用インタフェイス7を介してロボットコントローラ1に伝えられる。

【0029】このようなデータを含め、通信用インタフェイス7は、画像処理装置30(図1参照)とのデータ授受を通信回線を利用して行なうためのもので、本実施形態では、この回線を通してワーク50に関する諸データがロボットコントローラ10に伝えられる。

【0030】次に図3は画像処理装置30の要部ブロッ

ク図で、ブロック構成自体は公知の画像処理装置と特に変わるところはない。即ち、バスライン40に、CPU31、ROMメモリ32、画像処理プロセッサ33、撮像デバイス用インタフェイス34、ディスプレイ付の操作部(MDI)35、画像メモリ36、不揮発性メモリ37、RAMメモリ38及び通信用インタフェイス39が接続されている。

【0031】ROMメモリ32には、CPU31が画像処理装置全体を統括制御するためのシステムプログラム等が格納される。画像メモリ36には、撮像デバイスインタフェイス34を介して取得された画像データ及び同データに基づいて画像処理プロセッサ33が行なうて得られた画像データ(例えば濃淡階調データ)等が格納される。ディスプレイ付の操作部(MDI)35は、画像処理装置30のマンマシンインタフェイスに相当し、プログラムデータ、パラメータの入力、編集、修正等をマニュアル操作で行えるようになっている。RAMメモリ38は、主としてCPU31が行なう計算処理のための一時的なデータ記憶のために使用される。通信用インタフェイス39は、ロボットコントローラ10の通信用インタフェイス7と通信回線で結ばれており、ロボットコントローラ10、画像処理装置30間の諸データ、諸信号の授受に使用される。

【0032】不揮発性メモリ37には、画像処理と解析のためのプログラム、その関連パラメータ等のデータが格納される。ここで、これらデータには、カメラ20の光軸上の所定位置からワーク50までの該光軸方向の距離又は該距離に相当する情報と、ワーク50の画像上での大きさとの間の関係を表わすデータ(後述)、及び、同関係表現データとワーク50の画像上での大きさとに基づいて、前記所定位置からワーク50までの距離又は関連データを求めるためのプログラムデータ、パラメータ等が含まれる。

【0033】さて、既述の通り、カメラ20は画像処理装置30からの指令に従ってワーク50の画像を取得する。この画像は画像処理装置30内で濃淡階調データに変換され、画像メモリ36に記憶される。このような画像データを使ってワーク50の位置および大きさを求める方法には、多数の従来手法が適用可能である。

【0034】例えば、画像を適当な明るさの閾値で明/暗に2値化してワーク形状を明または暗の画素領域として得、この2値画像中のから、明または暗画素の領域の重心からワークの位置を求める一方、領域面積または慣性主軸の長さで画像中でのワークの大きさを求めることができる。また、別の例としては、検出すべきワークを含む画像領域を予めテンプレートとして教示、記録しておき、カメラで撮影した画像とこのテンプレート間の画素値の相関が極大となる画素位置を求める、いわゆる正規化相関法によるテンプレートマッチングの方法を利用しても良い。

(6) 003-148914 (P2003-8R14)

【0035】テンプレートマッチングでは、画像中でのワーク50の大きさ変化に対応するため、教示されたテンプレート画像を拡大、縮小して大きさを変えた複数のテンプレートを用いて相関を求め、ワークの位置と大きさ（基準のテンプレートの大きさを基準とした、検出ワークの相対的な大きさ）を同時に求める方法も知られているのでこれを利用して良い。これら以外の方法を使っても良い。

【0036】次に、画像からワークの位置と、大きさに関する情報が得られたとして、この情報から、高さ、ワークの段数等のデータを得る方法について説明する。一般に2次元画像を取得するカメラによる投影は、ピンホールカメラによる透視投影として近似できることが知られている。透視投影においては、投影の中心、つまりレンズの焦点と対象物間の距離をZとすると、結像面上（ここではカメラ20のCCD画面）に投影される像の大きさは、Zに反比例することが知られている。

【0037】そこで、距離Zと対象物の大きさの関係を予め求めておくことにより、画像上のワークの大きさ（ワーク像の大きさ）から逆に、ワークとカメラとの距離Zを求めることが可能である。ここでは、画像処理によりワーク50の大きさを表現する指標として、ワークの特定の方向（主軸方向）に沿った長さ（主軸長さ）または辺の長さLが得られるとする。

【0038】まず、高さ検出を行う前に、ワーク50が1～nの各段になるように置いて、それぞれの場合について画像を撮影し、ワーク50の大きさの検出を行う。これよりワークがi段目にあるときの、画像中でのワーク像の大きさ $l(i)$ （ $i=1, 2, 3 \dots n$ ）を事前に得る。この各段ごとのワーク像の大きさ $l(i)$ は画像の中心に1つワーク50を配置して求めても良いし、i段目に複数のワークを配置し、検出した全てのワークの大きさを平均化しても良い。このようにして得られたデータから、ワーク50がi段目にあるときの、画像上でのワーク50の大きさ $l(i)$ の対応関係を表わす関係表を得ることが出来る。

【0039】この関係表の値を画像処理装置30の不揮発性メモリ37に予め記憶しておく。実際の検出においては、何段積みになっているか未知のワーク50（最上段のアイテム）を撮影し、画像中でのワークの大きさLを求める。このLの値を関係表と照合し、検出ワークの大きさLに最も近いワークの大きさ $l(i)$ の値を求める。そして対応するiの値をテーブルから読み出し、これをワーク50の段数とする。

【0040】以上の計算は、画像処理装置30のCPU31で行うことが出来る。但し、ロボットコントローラ10のCPU1で行っても良い。本実施形態では前者を採用し、画像処理装置30側でワークの段数iを求める。もし後者を採用する場合には、画像処理装置30のCPU31により計算された、ワーク像の大きさLをロ

ボットコントローラ10に送り、ロボットコントローラ10側のメモリ2上に格納されたテーブルデータを参照して、ロボットコントローラ10のCPU1が段数を求める。

【0041】なお、「段数」の表現は、典型的には積載面（図1における符号A4のレベル）から上方へ、1段目、2段目、3段目（図1における符号A3のレベル）、4段目（図1における最上段、符号A2のレベル）・・・とされるが、他の表現を採用しても良い。例えば、図1における符号A2のレベルを基準段（ワーク50が供給された時点における基準積み重ね段数）とする場合に、これを「ゼロ段」で表現し、符号A3のレベルを「-1段」としても良い。同様に、符号A3のレベルを基準段と考え、「ゼロ段」で表現し、符号A2のレベルを「+1段」としても良い。なお、ワーク像の大きさは、他の指標、例えばワーク像が占める画面領域の大きさを指標にして求めても良い。

【0042】画像上でのワークの大きさから、ワークの段数または高さを求めるさらに別の方法としては、ワークの大きさLと、ワークの高さhとの関係計算式を求めておく方法も採用可能である。カメラの場合、中心投影が成り立つ理想的カメラでは、画像上でのワークの大きさ（長さ）は、カメラの焦点とワーク間の距離に反比例する。

【0043】従って、先に求めたワークの段数iと、各段でのワーク像の大きさ $l(i)$ の関係を、1段ごとのワークの高さ（既知）を考慮して適当な近似式で表現することが出来る。例えば、ワークの高さHとワークの大きさLの関係は、一次式あるいは2次以上の多項式で近似表現可能である。これら近似式の係数を画像処理装置30またはロボットコントローラ10のメモリに記憶しておき、ワーク取出し時の画像からえられた画像中でのワークの大きさLからワークの高さHを求めることも可能である。もちろん、ワークの高さHの代わりに、ワークの段数iを求める計算式としても良い。

【0044】なお、ワーク50の種別に応じて1段分の高さが異なるのが通常であるから、ワーク50の種別が異なれば、ワーク画像の大きさと段数あるいは高さの関係も異なる。従って、複数の種別のワークを扱う場合には、上述の関係表あるいは関係式は、ワーク種別毎に求め、画像処理装置30またはロボットコントローラ10のメモリに記憶しておく。

【0045】実際の高さ／段数情報の検知にあたって、どの関係表／関係式を参照するには、例えばワーク50に付いている特徴的なマークMを画像処理装置30で認識して、種別判定を行ない、その種別に対応した関係表／関係式を参照して高さ／段数情報を得ることが出来る。マークMとして、例えばバーコードを用いることも出来る。また、図形（丸、三角、四角など画像処理により区別可能な形状）を印刷したラベルをワークに貼りつ

(7) 003-148914 (P2003-0>B14

けておき、このラベルを認識してワーク種類の判別を行っても良い。

【0046】またさらに、ワーク画像の大きさから高さ／段数情報を求めるプログラム自体を画像処理装置30のメモリに複数種用意しており、次に作業対象となるワークの種別に合わせて起動するプログラムをユーザが指定あるいは外部信号で指定しても良い。更に、プログラムは共通とし、パラメータをユーザ入力あるいは外部信号で指定しても良い。

【0047】次に図4を用いて、画像から求めたワーク50の位置をロボット40あるいはそれに代わる取出し機構の位置に変換する処理について説明する。画像上における位置を表わすための座標系上では、距離をカメラの撮像素子の大きさ（画素）を単位として表すことが出来る。画像上で検出したワークの位置に応じて、ロボット40でワーク50を取り出す場合、画像上の座標系を実際のロボットの座標系に変換することが必要になる。

【0048】そのための変換データは、周知のように、キャリブレーションと呼ばれる処理で求められる。一例としては、ロボットの座標系で位置が既知の2点を画像から認識あるいは、画像上でオペレータが指定することにより、画像上の座標系とロボット座標系の方向および、スケールの対応付けを行うものである。しかし、この方法はワークとカメラ間の距離が変化すると画像上の1画素の間隔と、ロボット座標系のスケールの関係が変化してしまうので、両画像上の位置をロボット座標系での位置に変換した場合の誤差が大きくなる。

【0049】図4に示すとおり、透視投影の性質から、カメラ20の焦点を通る視線21上の点は画像上で同じ画素位置に像を結ぶ。例として、ワーク50が、位置51にあるときと、位置52にあるときはどちらも同じ視線21上に存在するので、画像上での認識される位置は同じになる。この影響は、位置51と52の距離の差が大きいほど、また、視線32がカメラの光軸中心から離れるほど（即ち、ワークの位置が画像の中心から離れるほど）大きくなるため、何らかの補正が必要となる場合がある。

【0050】補正の方法としては、例えば、ワークの積載される段数ごとに、前記のキャリブレーションを行っておき、画像上の座標系と、ロボット座標系のスケールに関する変換パラメータをワークの段数ごとに記憶しておく（画像座標系とロボット座標系の方向の関係は、変化しないので、スケールの変化だけを考慮すれば良い）。そして、画像から検出したワークの段数に応じて、その段に対応したスケールの値を用いて、画像上の座標系とロボット座標系の変換を行う。

【0051】このようにすれば、ワーク高さの変化によらず、ロボットハンドリング位置を正確に求めることができる。取り扱うワークの種類が複数ある場合は、上述

したように、ワークの種類により画像上でのワークの大きさと、ワーク高さの関係を求める情報を複数種類関係表データで記憶しておき、ワーク種類によりこの情報を切りかえることで、多種類のワークに対応できる。

【0052】なお、高さHの基準は、積載面A4として良いか、上述した段数の場合と同様に、任意の基準位置（例えば）が採用出来る。例えば符号A2のレベル（最上段のレベル）、符号A3のレベル（予め定めた所定段のレベル）を高さ「ゼロ」としても良い。同様に、符号A1のレベル（カメラ20のレンズ面）を基準としても良い。この場合、高さ情報は「カメラ20とワーク50の距離」に対応することになる。

【0053】さて、以上説明した実施形態では、カメラ20は固定設置であり、移動機構上に設けられていない。しかし、カメラ20を移動機構上に設けても良い。この移動機構としては典型的にはロボットが採用可能である。更にこのロボットは、ワーク取出しを行なうロボットであっても良い。その場合の一例（他の実施形態）を図5に示した。この実施形態は、カメラ20をロボット40上に搭載した点を除けば、その構成は図1に示したものと同様なので、全体及び個々の部分の説明の繰り返しは省略する。

【0054】そして、ここでは、図6に示したように、3つのワークの山、山1、山2、山3について図5に示したロボット40でワーク取出作業を行なう場合について、処理手順を図7のフローチャートを参照して説明しておく。なお、ここではマークMの読み取りで種別判定を行なうこととする（前述した他手段も採用可能）。また、積載面A4からの段数とレンズ面A1を基準に測った高さ（ワークとの距離）の関係のデータが、上述した要領で関係表または関係式（近似式の係数）で種別毎に画像処理装置30の不揮発性メモリ37に格納されているものとする。また、各山について、ワーク検出位置F（F1、F2、F3）及びワーク取出位置（G1、G2、G3；但し、後述するように補正して用いる）は予め教示されているものとする。各ステップの要点は、例えば次のようになる。

【0055】ステップS0；画像処理装置30のCPU31は、山番号を表わす指標s（メモリ内に設定）を初期値1とし、ロボットコントローラ10へ伝える。

ステップS1；ロボットコントローラ10は、s番目の山の検出位置Fsにロボット40を移動させる。

ステップS2；画像処理装置30はカメラ20に撮影指令を出力する。これにより、カメラ20は撮影を実行し、画像が画像処理装置30に取り込まれる。

【0056】ステップS3；画像処理装置30はワークを見つける。見つけ方は前述した通りである。

【0057】ステップS4；マークMを読み取る。これにより、画像処理装置種別認識する。

【0058】ステップS5；ワークの位置、姿勢（2次

(8) 003-148914 (P2003-0*14)

元)を検出する。

【0059】ステップS6；ワーク像の大きさを求める。求め方は前述した通りである。

ステップS7；ステップS4の結果に応じて関係表／関係式にアクセスし、ステップS4で求められたワーク像の大きさから、ワークの高さと段数情報を得る。ここでは積載面A4からの高さと段数を得る（前述した他の情報とする場合もある）。

【0060】ステップS8；ステップS7で求めた高さと段数の情報を、ステップS5で求められたワークの位置、姿勢（2次元）のデータとともに、ロボットコントローラ10へ伝える。

【0061】ステップS9；ステップS8で伝えられたデータを使って補正された取出位置Gsへロボット40を移動させ、取出作業（把持と搬送；詳細は省略）を実行する。

【0062】ステップS10；画像処理装置30は、ロボット40による取出作業（ワーク1個分）の終了の連絡（ロボットコントローラ10が出力）を待つ。

【0063】ステップS11；ステップS7で求められたワークの高さと段数の情報から、ステップS9の作業対象ワークが最終段であったか否かを判断する。最終段であれば、画像処理装置30の表示手段35等にアラーム表示（音声出力も可）を行なった上でステップS12へ進む。最終段でなければ、ステップS1へ戻り、ステップS1～ステップS11を繰り返す。

【0064】ステップS12；画像処理装置30のCPU31は、山番号を表わす指標sを1アップする。ステップS13；指標sが山の数（ここでは3）+1となっていたら処理を終了する。山の数を超えていなければステップS1へ戻り、次の山に対して、ステップS1以下の処理を行なう。

【0065】以上のようにすれば、ロボット40に、山1の全ワークの取出作業、山2の全ワークの取出作業、山3の全ワークの取出作業を順に実行させることが出来る。なお、必要に応じて、例えば取出作業にとりかかる前に、各山1～山3について検出を行なって各山1～山3の高さ／段数のデータを取得し、「一番高い山」、「一番段数の多い山」などを判定し表示させる等のことも出来る。また更に、その高さや段数が過剰に高い／多い等の判断に用いてアラーム、作業中断指令等を出しても良い。

【0066】

【発明の効果】本発明の基本的な構成を定めた請求項1の発明では、2次元画像手段により、ワークとの距離、高さ、または段数を検出することが可能となり、高さ判別用のセンサや、ステレオ方式、スリット光方式などの既存の方式に比べ、簡便な装置で積載されたワークの高さ方向の位置情報を獲得することが可能となる。請求項2、請求項3の発明では、特に多段積載されたワークの

段数を求める簡便な手段を提供する。請求項4の発明では、ロボットなどの移動機構によるワーク取出しのため、ワーク位置を求めることが可能となる。

【0067】請求項5の発明では、画像中におけるワークの位置、および／または回転も合わせて検出することにより、画像中でのワークの水平面内での位置、および／または同面ないでの回転がある場合でも、ワーク取出しのためのワーク位置を求めることが可能となる。請求項6の発明では、さらにワークの高さや、段数によるワーク位置の変化（視差）をも補正することにより、より正確にワーク位置を求めることを可能とする。

【0068】請求項7、請求項8の発明では、積載段数を変えた複数画像を撮影すると共に、ワークの高さに関する情報（2次元画像入力手段とワークとの距離、ワークの高さ、ワークの段数）を入力することにより、ワークの大きさと、ワークの高さとの関係情報を容易に設定することを可能とした。請求項9では、2次元画像入力手段をロボットなどの移動機構に取り付けることにより、入力手段の位置姿勢を自在に変更する。

【0069】請求項10は、ロボットを制御することにより、ワークを2次元画像入力手段の視野に入れ安定した測定を可能とする。請求項11では、複数箇所に積載されたワークが存在した場合に、複数箇所の積載ワークの内、最も高い位置にあるワークを見つけ、高い位置のワークから取り出しする事により、ワークとハンドの干渉を防止することが可能となる。請求項12では、1箇所又は複数箇所に積載されたワークが存在した場合に、ワークの総数を求めることは、ハンドが取り出すワークの残り数を把握することであり、ワーク供給のタイミングの時期を知ることが可能となる。

【0070】請求項13では、ワークの残り数が所定の数量以下となった場合に、アラームなどを表示することができ、ワーク供給のタイミングを忘却を防止出来る。請求項14では、複数の種類のワークに関する情報を設定し、かつこれを切り替えることにより、多種類のワークについての位置検出を同一の装置で行うことを可能とする。請求項15では、前記ワーク種類による切替えをプログラムで行うことにより、外部制御装置などから通知されるワーク種類情報により、自動的にワーク種類を切り替えることを可能とする。

【0071】請求項16の発明では、ワーク種類の認識を画像を用いて行えるようにしたもので、ワーク種類の判別を自動で行える利点がある。

【0072】請求項17～請求項20に記載された発明では、多段積みされた対象物について高さ／段数情報を2次元画像取得手段で知り、それを利用して対象物の取出しを行える簡便なワーク取出装置が提供される。また、これら取出装置においては、発明の位置検出装置の特徴を適宜反映させることが出来る。

【図面の簡単な説明】

(9) 003-148914 (P2003-構; 14

【図1】本発明の実施形態に係るワーク取り出し装置の全体構成を表わした図である。

【図2】実施形態で使用されるロボットコントローラの要部ブロック図である。

【図3】実施形態で使用される画像処理装置要部ブロック図である。

【図4】画像から求めたワークの位置をロボット（取出し機構）の位置に変換する処理について説明するための図である。

【図5】本発明の別の実施形態に係るワーク取り出し装置の全体構成を表わした図である。

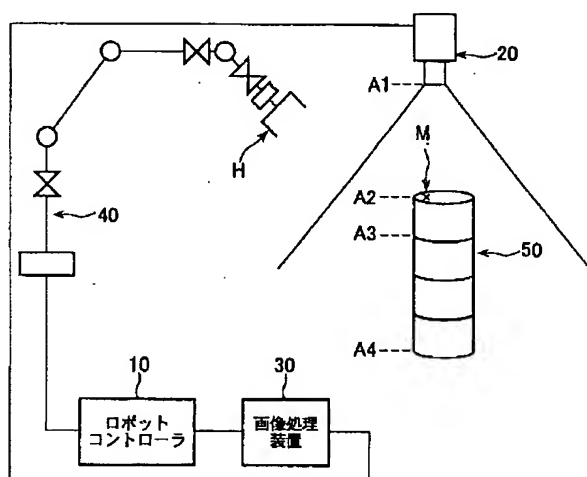
【図6】複数のワークの山に対する作業について説明するための図である。

【図7】複数のワークの山に対する作業についてのフローチャートである。

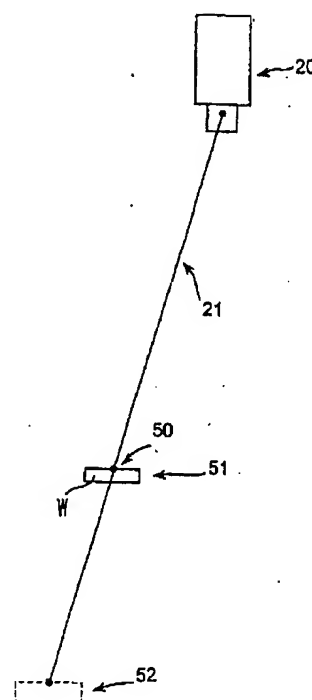
【符号の説明】

- 10 ロボットコントローラ
- 20 カメラ
- 21 カメラの視線
- 30 画像処理装置
- 40 ロボット
- 50、W ワーク（ワークの山）
- 51、52 ワークの位置
- F 高さ／段数検出時のロボットの位置
- M マーク

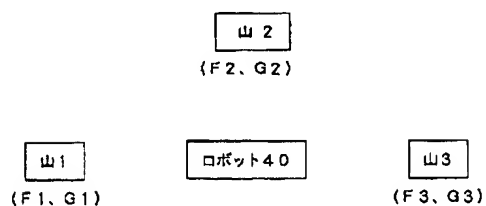
【図1】



【図4】

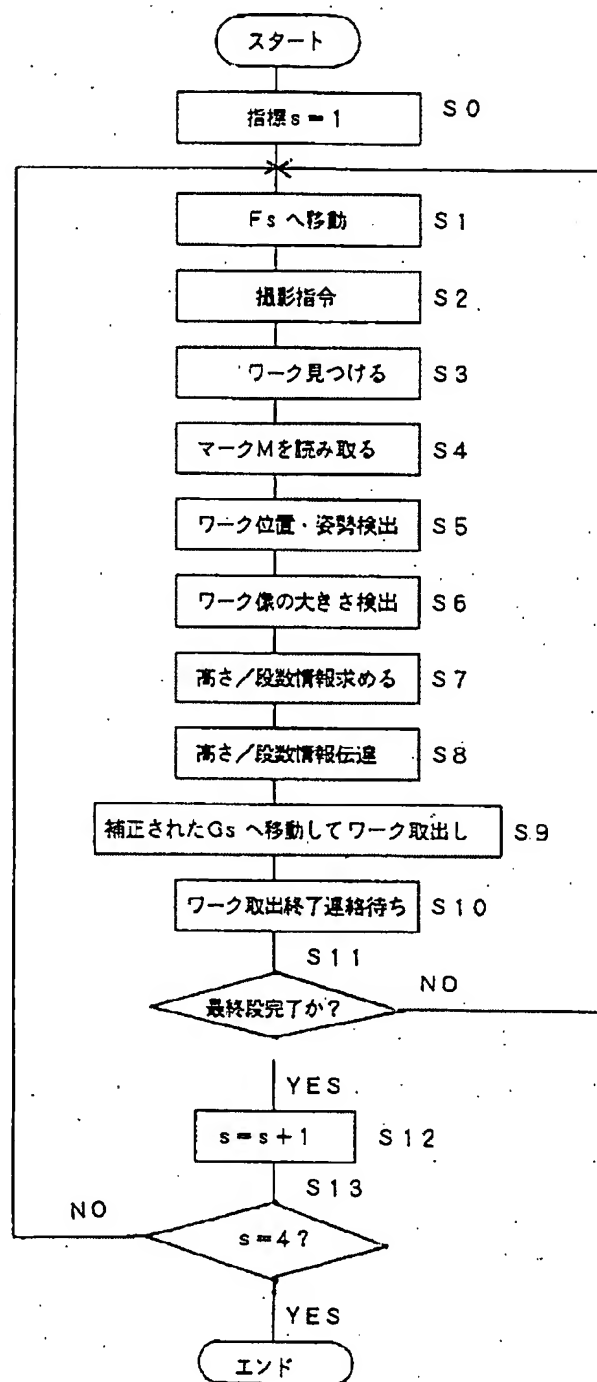


【図6】



(表 1) 03-148914 (P2003-ch514)

【図 7】



(註2) 03-148914 (P2003-拇; 14

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/26	H 5 L 0 9 6
11/26		G 0 6 T 1/00	3 0 0
G 0 6 T 1/00	3 0 0	7/60	1 5 0 B
7/60	1 5 0		1 8 0 B
	1 8 0	G 0 1 B 11/24	K

F ターム (参考) 2F065 AA01 AA06 AA17 AA20 AA21
AA24 AA31 AA56 AA61 BB05
BB17 BB27 DD02 DD06 FF04
FF09 FF61 FF65 FF67 JJ03
JJ26 PP04 PP25 QQ04 QQ17
QQ24 QQ25 QQ29 QQ31 QQ38
QQ42 RR05 RR06 RR09 TT08
3C007 AS04 BS09 KS03 KS09 KS36
KT00 KT01 KT06 KT11 LT06
MT09
3F029 AA07 CA64 CA86
3F030 AB02 BA02
5B057 AA05 BA19 CA12 CB12 CH01
DA07 DB02 DC09
5L096 BA05 CA02 DA02 FA66 FA69
LA11